

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-008140

(43)Date of publication of application : 13.01.1992

(51)Int.Cl.

H02K 3/28  
H02K 19/22

(21)Application number : 02-108228

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 24.04.1990

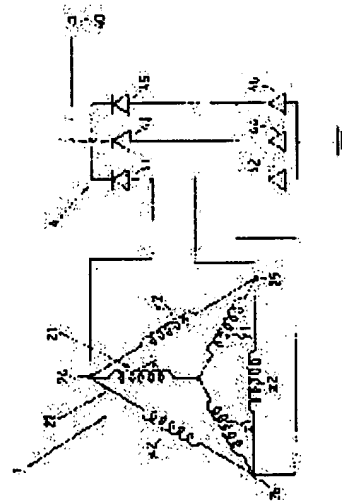
(72)Inventor : KUSASE ARATA

## (54) ROTARY ELECTRIC MACHINE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent electromagnetic noise by connecting, as &utri; connection, the second winding, whose number of turns is a specific fixed number of times as large as that of the first winding of a three-phase Y-connection circuit, to the Y-connection in parallel, and storing them in a plurality of slots of a stator iron core, sliding the first winding and the second winding by a specified value in terms of electrical angle.

**CONSTITUTION:** The first armature windings x1, y1, and z1 and the second armature windings x2, y2, and z2 are stored in slots, being slid by,  $\pi/6$  rad. in terms of in the rotational direction of a rotor, with the ratio of of the number of turns being  $1:\sqrt{3}$  respectively. And in case of shifting the rotor in the rotation direction, the reaction magnetomotive force distribution waveform that the field system magnetomotive force distribution of the rotor gives to the space magnetomotive force distribution of a stator does not change, and the resultant magnetomotive force distribution comes to only follow the shifting of the rotor in the rotation direction. Accordingly, the force of magnetic action of the field system magnetomotive force distribution and the air gap magnetomotive force distribution takes a constant value regardless of the rotational position of the rotor, so large pulsation does not occur.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Reference 4: JP-A-Hei 4-8140

Reference 4 discloses an arrangement to connect a delta-connected winding with a Y-connected winding that are disposed in plural slots that are  $\pi/6$  shifted from each other.

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-8140

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>H 02 K 3/28  
19/22

識別記号

N

庁内整理番号

7154-5H  
8325-5H

⑬ 公開 平成4年(1992)1月13日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 回転電機

⑮ 特 願 平2-108228

⑯ 出 願 平2(1990)4月24日

⑰ 発 明 者 草 瀬 新 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

⑱ 出 願 人 日本電装株式会社 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

⑲ 代 理 人 弁理士 石黒 健二

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

回転電機

## 2. 特許請求の範囲

1) (a) 3つの第1巻線をY形に結線したY形三相結線回路、

このY形三相結線回路に並列接続されるとともに、前記第1巻線の巻数に対してそれぞれ1.5～2.2倍多い巻数とされた3つの第2巻線をΔ形に結線したΔ形三相結線回路、

および前記第1巻線と前記第2巻線とを電気角で $\pi/6$ radだけずらして複数のスロット内に収納した固定子鉄心を有する固定子と、

(b) この固定子と相対回転する回転子とを備えた回転電機。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、三相交流発電機、三相誘導電動機などの回転電機に関する。

〔従来の技術〕

従来より、回転電機、例えば三相交流発電機においては、三相全節集中電機子巻線をY形結線またはΔ形結線として、これらの電機子巻線を1磁極ピッチ当たり3か所のスロットを有する電機子鉄心に三相全節集中巻きしたものがあつた。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところが、前述のような三相交流発電機においては、仮に各相の電機子巻線x、y、zの相電流が正弦波であつたとしても、電機子電流に含まれる第3次高調波電流の影響によって空隙起磁力分布が回転子座巻上で著しく変動する。このため、空隙起磁力分布が回転子の回転方向への移動に伴って大きく歪むと同時に、空隙起磁力分布が回転子の磁極に対して変動する。よつて、固定子の空隙起磁力分布と回転子の界磁起磁力分布との電磁力により騒音が発生するという課題があつた。

以下この理由を解析する。

第7図(a)は各相の電機子巻線の相電流に対し各相の電機子巻線の巻数を掛け合わせた各相起磁力 $A_x$ 、 $A_y$ 、 $A_z$ の時間的な変化を示す。

図中において時刻 $t_2$ 、 $t_3$ は、時刻 $t_1$ から電気角 $\pi/6$ radだけ経過した時刻を $t_2$ 、この時刻 $t_2$ から電気角 $\pi/6$ radだけ経過した時刻を $t_3$ としたものである。

これらの時刻 $t_1$ 、時刻 $t_2$ および時刻 $t_3$ に関して、第7図(b)に示す各相の電機子巻線 $x$ 、 $y$ 、 $z$ の配置を考慮して各相の空隙起磁力分布を求めると第7図(c)、(e)、(g)となる。そして、これらの各相の空隙起磁力分布を合成した各相の合成起磁力分布は、第7図(d)、(f)、(h)のようになる。

すなわち、第7図(d)、(h)から時刻 $t_1$ の合成起磁力分布と時刻 $t_3$ の合成起磁力分布とは、回転子の回転方向への移動分( $\pi/3$ 相当)だけ同一の合成起磁力分布が回転子の回転方向に移動しているのみである。ところが、時刻 $t_2$ の合成起磁力分布に着目すると、このときの合成起

磁力分布は時刻 $t_1$ 、時刻 $t_3$ の合成起磁力分布より大きく異なる。

したがって、従来の三相交流発電機においては、回転子座標上でみると、回転子の回転方向への移動に伴って固定子の電機子巻線の空隙起磁力分布が回転子の磁極の界磁起磁力分布に与える磁気作用力が変動するため、電磁的な騒音が発生すると思われる。

そこで、従来より三相交流発電機においては、この電磁的な騒音を低減するために、外側に完全防音のための防音壁を設けたり、エアギャップを不均一化するように回転子の磁極に凸部を設けて回転子の磁極形状を変化させたり、電機子巻線の空隙起磁力分布を正弦波化するために固定子側を多槽分布巻化したり、磁極または電機子鉄心の磁気脈動力を互いに相殺すべく、磁極にねじりを与える(スキュー)またはN磁極とS磁極との位置を半波分ずらすなどの方法が用いられている。

ところが、これらのものは、エアギャップなどの磁気抵抗の増加等による出力性能の低下、組付

時の作業能率を低下させることによる高コスト化、または三相交流発電機のハウジングの外側に防音壁を設けることによる製品寸法の大型化等の課題があった。

本発明は、出力性能の低下、高コスト化および製品寸法の大型化などを招くことなく、電磁的な騒音を防止できる回転電機の提供を目的とする。  
〔課題を解決するための手段〕

本発明者等は、課題を解決するために、回転子の回転方向への移動に伴って界磁起磁力分布と空隙起磁力分布との磁気作用力が変化しないようにすることによって、固定子が回転子に与える反作用電磁力の変動を減少させれば電磁的な騒音を減少できることを見出だした。

その構成は、3つの第1巻線をY形に結線したY形三相結線回路、このY形三相結線回路に並列接続されるとともに、前記第1巻線の巻数に対してそれぞれ1.5～2.2倍多い巻数とされた3つの第2巻線を $\Delta$ 形に結線した $\Delta$ 形三相結線回路、および前記第1巻線と前記第2巻線とを電気角で

$\pi/6$ radだけずらして複数のスロット内に収納した固定子鉄心を有する固定子と、この固定子と相対回転する回転子とを備えたものである。

なお、第2巻線を第1巻線の巻数に対して1.5～2.2倍多い巻数とした理由は、それ以外の巻数の場合には、不平行循環電流が生じて電力損失が発生するという不都合があるので採用しないこととした。

#### 〔作用〕

第1巻線の巻数に対して1.5～2.2倍多い巻数の第2巻線を複数のスロット内に収納しているので、3つの第1巻線にそれぞれ含まれる第3次高調波電流と3つの第2巻線にそれぞれ含まれる第3次高調波電流とがそれぞれ同一の位相となる。

また、第1巻線と第2巻線とが電気角で $\pi/6$ radだけずらして複数のスロット内に収納されているので、流れる電流は電気角で $\pi/6$ radだけ位相差を持って流れる。

このため、ある時刻の合成起磁力分布とその時

刻から $\pi/6$ rad分だけ経過した後の時刻の合成起磁力分布とを比較すると、合成起磁力分布が $\pi/6$ radだけ回転子の回転方向に同一形状で移動することとなる。

したがって、界磁起磁力分布と空隙起磁力分布との磁気作用力は回転子の回転方向における位置に拘らず一定値となるので大きな脈動が発生することはなくなる。このため、回転子と固定子との間に大きな脈動加振力が発生しなくなる。

#### 〔発明の効果〕

防音壁を設けたり、回転子の磁極形状を変化させたり、多溝分布巻化したり、スキューまたは半波分のずらしを与えるなどの方法を用いることなく、回転子と固定子との間に大きな脈動加振力が発生しなくなるので、出力性能の低下、高コスト化および製品寸法の大型化などを招くことなく、電磁的な騒音を減少することができる。

#### 〔実施例〕

本発明の回転電機を第1図ないし第6図に示す実施例に基づき説明する。

並列接続され、3つの第2巻線としての第2電機子巻線 $x_2$ 、 $y_2$ 、 $z_2$ を起電力の位相差が互いに $2\pi/3$ となるように $\Delta$ 形に結線している。なお、第2電機子巻線 $x_2$ 、 $y_2$ 、 $z_2$ は、電機子鉄心23のスロットに三相全節集中巻きされている。

また、第1電機子巻線 $x_1$ と第2電機子巻線 $x_2$ の巻き終わりおよび第2電機子巻線 $y_2$ の巻き始めとは、1箇所に結線されて三相線間の第1端子24を形成している。そして、第1電機子巻線 $y_1$ と第2電機子巻線 $y_2$ の巻き終わりおよび第2電機子巻線 $z_2$ の巻き始めとは、1箇所に結線されて三相線間の第2端子25を形成している。さらに、第1電機子巻線 $z_1$ と第2電機子巻線 $z_2$ の巻き終わりおよび第2電機子巻線 $x_2$ の巻き始めとは、1箇所に結線されて三相線間の第3端子26を形成している。

なお、第2電機子巻線 $x_2$ 、 $y_2$ 、 $z_2$ の巻数は、第1電機子巻線 $x_1$ 、 $y_1$ 、 $z_1$ の巻数に対して $\sqrt{3}$ 倍多い巻数とされ、これらはほぼ同一の巻数とされている。また、第2電機子巻線 $x_2$ 、

第1図ないし第5図は本発明の第1実施例を示す。第1図は自動車用三相交流発電機の電気回路図であり、第2図は各相の電機子巻線の巻線仕様図であり、第3図は自動車用三相交流発電機を示す図であり、第4図は回転子の磁極を示す図である。

自動車用三相交流発電機 1は、固定子 2、回転子 3および三相全波整流回路 4を備える。

固定子 2は、Y形三相結線回路21、 $\Delta$ 形三相結線回路22および電機子鉄心23を有する。

Y形三相結線回路21は、3つの第1巻線としての第1電機子巻線 $x_1$ 、 $y_1$ 、 $z_1$ を起電力の位相差が互いに $2\pi/3$ となるようにY形に結線したものである。第1電機子巻線 $x_1$ の巻き始めは、第1電機子巻線 $y_1$ 、 $z_1$ の巻き始めと結線されている。また、第1電機子巻線 $x_1$ 、 $y_1$ 、 $z_1$ の巻数は、ほぼ同一の巻数とされている。なお、第1電機子巻線 $x_1$ 、 $y_1$ 、 $z_1$ は、電機子鉄心23のスロットに三相全節集中巻きされている。

$\Delta$ 形三相結線回路22は、Y形三相結線回路21に

$y_2$ 、 $z_2$ の線径は、第1電機子巻線 $x_1$ 、 $y_1$ 、 $z_1$ の線径に対してほぼ $1/\sqrt{3}$ 倍とされている。このため、電機子鉄心23の各スロットに収納される巻線の総断面積がほぼ等しくなっている。

電機子鉄心23は、本発明の固定子鉄心であって、薄い鉄板を重ね合わせて構成されている。この電機子鉄心23は、回転子 3と対向する内周面に2磁極ピッチ当たり12箇所のスロットを形成している。すなわち、電機子鉄心23は、通常の三相集中全節巻線機に対して2倍のスロットを有する。なお、2磁極ピッチとは、電機子鉄心23の内周面を磁極の数で除したもので電気角 $2\pi$ radに相当する。

これらのスロット内には、第1電機子巻線 $x_1$ 、 $y_1$ 、 $z_1$ と第2電機子巻線 $x_2$ 、 $y_2$ 、 $z_2$ とが回転子 3の回転方向に向かって電気角で $\pi/6$ rad(=電気角 $30^\circ$ )だけずらして収納されている。

回転子 3は、回転軸31、界磁巻線32および界磁鉄心33などを有する。

回転軸31は、内燃機関に回転駆動され、界磁巻線32および界磁鉄心33を伴って一体的に回転する。

界磁巻線32は、界磁鉄心33の中央で回転方向に巻装されている。

界磁鉄心33は、略台形状のいわゆるランデル形状を呈し、電機子鉄心23からエアギャップ(例えば約0.35mm)離れた位置で電機子鉄心23の内周面に対向して配設されている。この界磁鉄心33は、両側から中央に突出した爪状磁極34、35を有する。界磁鉄心33は、界磁巻線32に電流が流れると一方の爪状磁極34が全てN極となり、他方の爪状磁極35が全てS極となる。また、一方の爪状磁極34は、2つの他方の爪状磁極35間に配設されているので、界磁鉄心33の外周に12個のN極とS極とが交互に配されることとなる。

三相全波整流回路4は、6個のダイオード41~46から構成され、三相線間の第1端子24~第3端子26に接続され、Y形三相結線回路21およびΔ形三相結線回路22で発生した交流電流を直流電流に整流する。この三相全波整流回路4の出力は、出

力端子40を介して電気装置やバッテリーに供給される。

本実施例の三相交流発電機1の作動を第1図ないし第5図に基づき説明する。なお、第5図は第1電機子巻線 $x1$ 、 $y1$ 、 $z1$ および第2電機子巻線 $x2$ 、 $y2$ 、 $z2$ の空隙起磁力分布を示す図である。

第5図(a)は電機子巻線 $x1$ 、 $y1$ 、 $z1$ 、 $x2$ 、 $y2$ 、 $z2$ の相電流に対し電機子巻線 $x1$ 、 $y1$ 、 $z1$ 、 $x2$ 、 $y2$ 、 $z2$ の巻数を掛け合わせた各相起磁力 $A_{x1}$ 、 $A_{y1}$ 、 $A_{z1}$ 、 $A_{x2}$ 、 $A_{y2}$ 、 $A_{z2}$ の時間的な変化を示す。

第5図(a)中の時刻 $t1$ 、時刻 $t2$ および時刻 $t3$ に関して、第5図(b)に示す電機子巻線 $x1$ 、 $y1$ 、 $z1$ 、 $x2$ 、 $y2$ 、 $z2$ の配置を考慮して各相の空隙起磁力分布を求めると第5図(c)、(e)、(g)となる。そして、これらの各相の空隙起磁力分布を合成した合成起磁力分布波形は、第5図(d)、(f)、(h)に示すように、時刻 $t1$ 、時刻 $t2$ および時刻 $t3$ にお

いて各々が同一形状の波形となり、回転子3の磁極34、35に対して静止波の関係となる。

すなわち、第1電機子巻線 $x1$ 、 $y1$ 、 $z1$ 、および第2電機子巻線 $x2$ 、 $y2$ 、 $z2$ の反作用系を電気角 $\pi/6$ rad分だけずらして回転子3の磁極34、35を回転方向に回転させれば、合成起磁力分布は、第5図(d)、(f)に示した状態を常時混合合成したものになる。このため、合成起磁力分布は、時刻 $t1$ 、 $t2$ 、 $t3$ のように回転子3を回転方向に移動させた場合でも、回転子3の界磁起磁力分布が固定子2の空隙起磁力分布に与える反作用起磁力分布波形が変化することではなく、回転子3の回転方向への移動に伴って随伴するのみとなる。

したがって、界磁起磁力分布と空隙起磁力分布との磁気作用力は、回転子3の磁極34、35の回転方向における回転位置に拘らず一定値をとるので、スロット開口部の僅かなスロットリプルに基づく磁気脈動力の他に大きな脈動が発生することはない。

このため、固定子2と回転子3との間に大きな脈動加振力が発生しなくなるので、大掛かりな防音壁や特殊工程を要さず、出力性能の低下、高コスト化および製品寸法の大形化などを招くことなく、電磁的な騒音を減少することができる。

また、回転子3の磁極34、35表面における磁束の変動を減少できるので、磁気抵抗が著しく軽減されることによって、交流発電機1の出力効率を向上することができる。その上、磁極34、35の発熱が減少するので、界磁巻線の温度が低下するため、より多くの励磁力が得られることによって、交流発電機1の出力効率を向上することができる。

さらに、第1電機子巻線 $x1$ 、 $y1$ 、 $z1$ と第2電機子巻線 $x2$ 、 $y2$ 、 $z2$ とを $\pi/6$ radだけずらしてスロット内に収納すると、それぞれの位相が異なってくるため、出力負荷回路としての三相全波整流回路4を2組必要となるが、それぞれを $1:\sqrt{3}$ の巻数比とするとともに、Y形結線、Δ形結線として並列接続して三相線間の第1端子24~第3端子26における電圧を同じ大きさ、

出力を同位相とすることによって、不平衡循環電流の発生をなくしている。このため、1組の三相全波整流回路4で出力を取り出すことができるので、低コストでコンパクトな交流発電機1となる。

また、第1電機子巻線 $x1$ 、 $y1$ 、 $z1$ の線径および第2電機子巻線 $x2$ 、 $y2$ 、 $z2$ の線径については、 $1:1/\sqrt{3}$ となるように配設されているので、同一電流密度となり銅線利用効率の低下を招くこともない。そして、巻数 $\times$ (線径) $^2$ 値に比例するスロット中の総導体断面積についても第1電機子巻線 $x1$ 、 $y1$ 、 $z1$ および第2電機子巻線 $x2$ 、 $y2$ 、 $z2$ で均一となるので、スロットの空間利用率の低下を招くこともない。

第6図は本発明の第2実施例を示す。

この実施例は、Y形三相結線回路21の中性点27にダイオード47、48を接続したものであり、この中性点27からY形三相結線回路21の出力に含まれる第3次高調波電流を取り出している。

(変形例)

本実施例では、出力負荷回路として三相全波整

流回路を用いたが、インダクションモータやヒータなどの三相負荷、トランジスタブリッジ、ツェナーダイオードを使用した整流回路を用いても良い。

本実施例では、本発明を三相交流発電機に用いたが、三相誘導電動機に用いても良い。

本実施例では、第1電機子巻線と第2電機子巻線との巻数比を $1:\sqrt{3}$ としたが、第1電機子巻線と第2電機子巻線との巻数比を $1:1.5\sim2.2$ としても良い。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第5図は本発明の第1実施例を示す。第1図は自動車用三相交流発電機の電気回路図、第2図は各相の電機子巻線の巻線仕様図、第3図は自動車用三相交流発電機の要部を示す断面図、第4図は回転子の磁極を示す側面図、第5図は各相の電機子巻線の空隙起磁力分布の説明図である。

第6図は本発明の第2実施例に採用された自動車用三相交流発電機の電気回路図である。

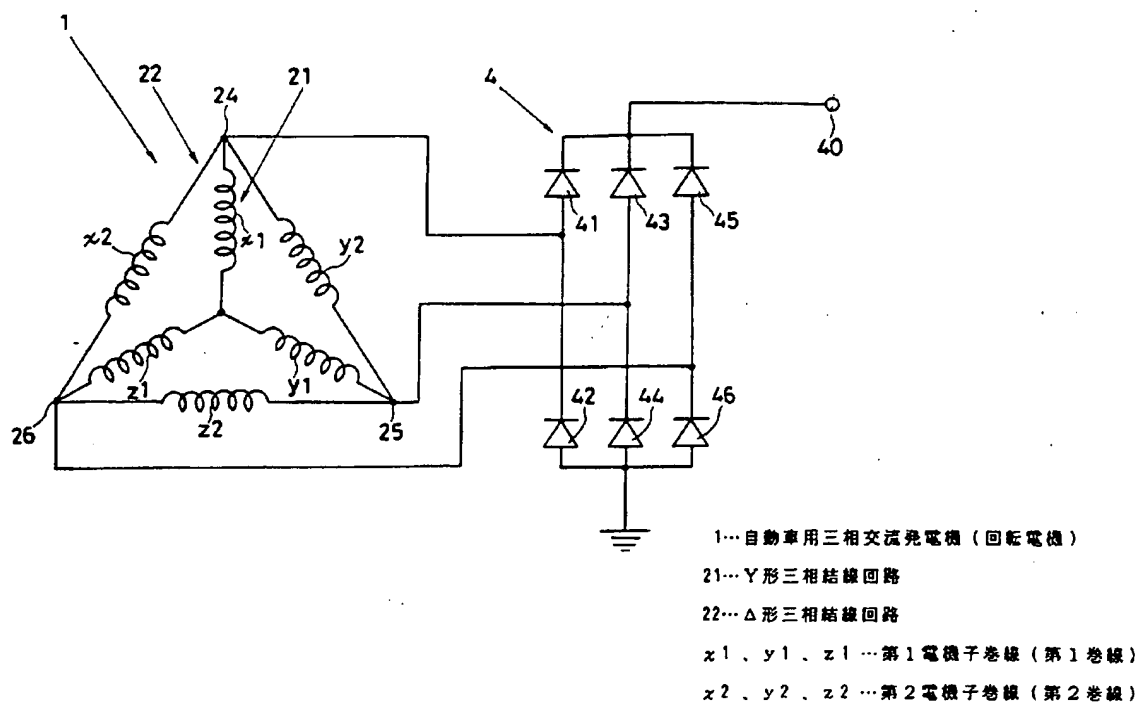
第7図は従来の三相交流発電機における各相の電機子巻線の空隙起磁力分布の説明図である。

図中

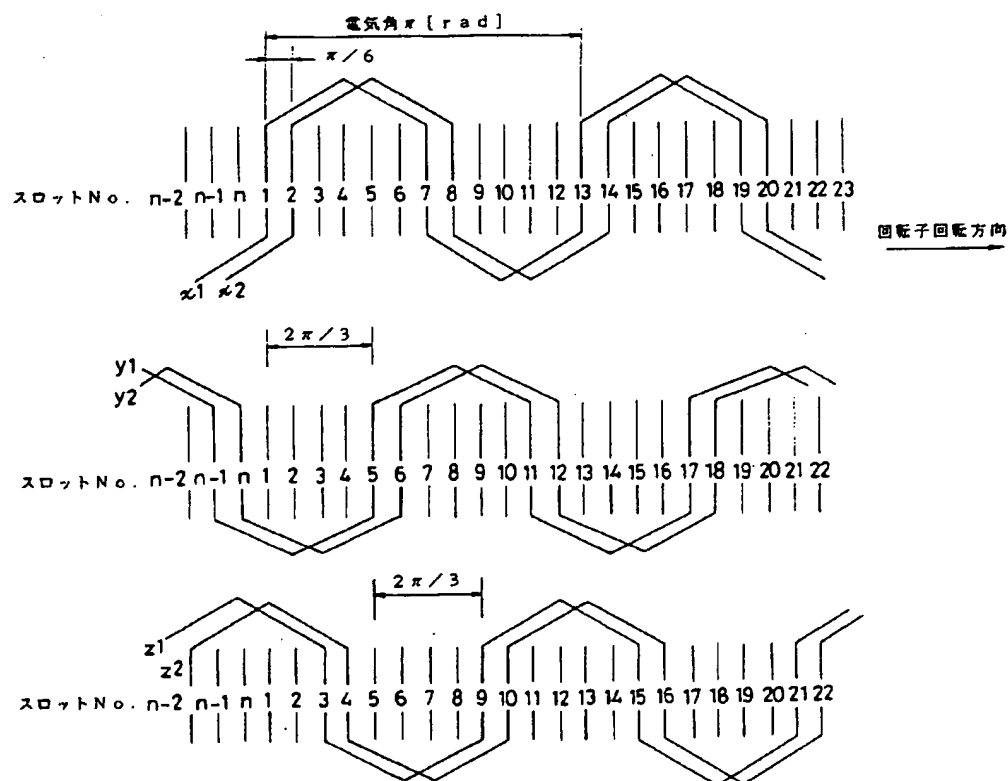
1…自動車用三相交流発電機(回転電機)  
2…固定子 3…回転子 21…Y形三相結線回路  
22… $\Delta$ 形三相結線回路 23…電機子鉄心(固定子鉄心)  $x1$ 、 $y1$ 、 $z1$ …第1電機子巻線  
(第1巻線)  $x2$ 、 $y2$ 、 $z2$ …第2電機子巻線  
(第2巻線)

代理人 石黒健二

第1図

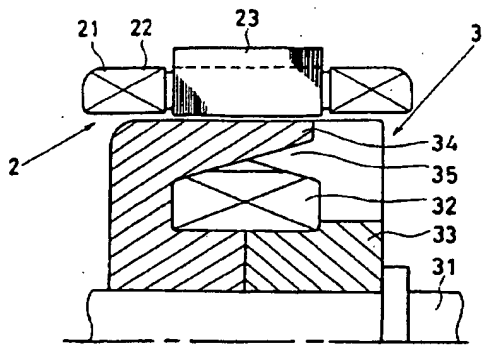


第2図



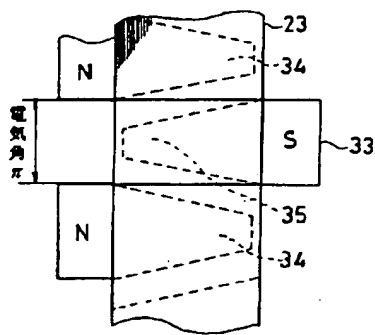


第3圖

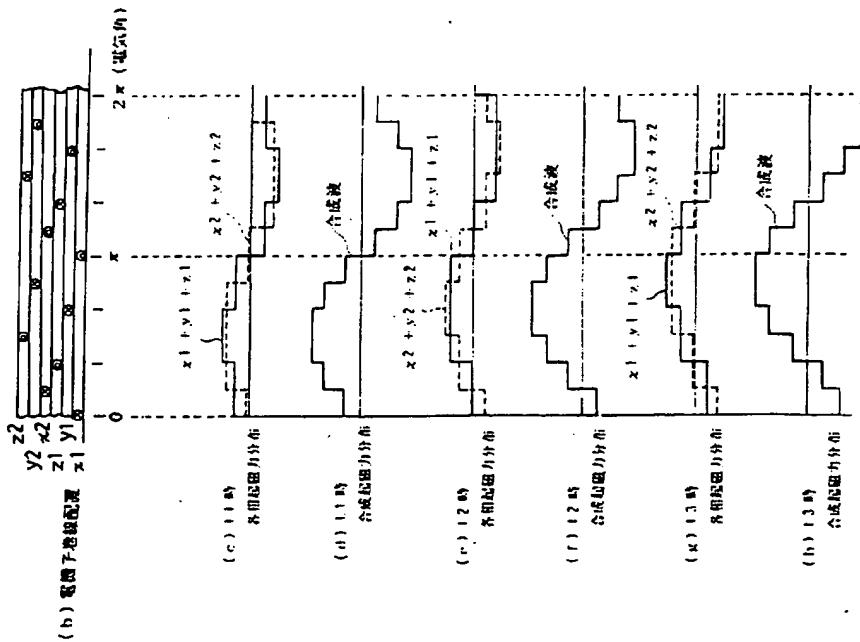
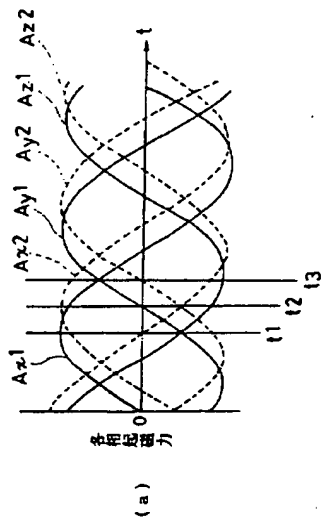


- 2...固定子
- 3...回板子
- 23...電機子鉄心 (固定子鉄心)

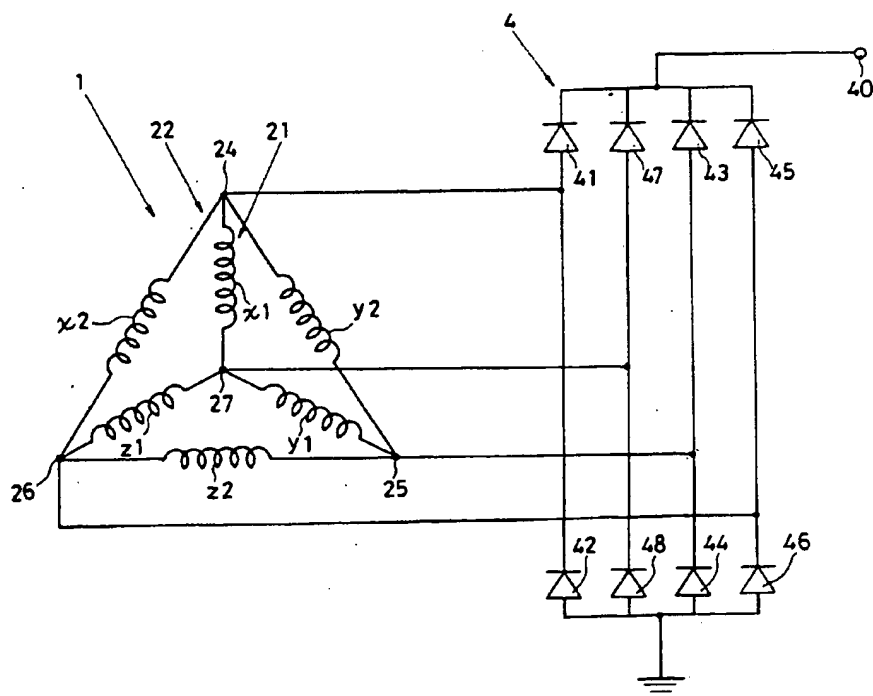
第4圖



第5圖



第6圖



第7圖

